

DOI: 10.34031/2618-7183-2020-3-2-29-35

*Медведева Г.А. *, кандидат технических наук, доцент,
Лифантьева А.Ф.,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия*
*Ответственный автор E-mail: medvedevaga79@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОСЛОЙНОГО НАРУЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ, ВКЛЮЧАЮЩЕГО В СЕБЯ МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭЦ

Аннотация: важнейшее направление ресурсосбережения в строительстве – это широкое использование вторичных материальных ресурсов, которыми являются отходы производства. Применение вторичных продуктов промышленности в качестве сырья для производства различных строительных материалов очень актуально, поскольку предоставляет производству богатые источники дешевого и, часто, уже подготовленного сырья; ведут к снижению затрат на производство некоторых строительных материалов, а следовательно, экономит капитальные вложения, предназначенные для строительства зданий и сооружений; освобождают крупные площади земельных участков и уменьшают степень воздействия на экологию окружающей среды. Целью проведенного исследования являются теплоизоляционные и конструктивно-теплоизоляционные материалы, с частичным замещением компонентов золошлаковыми отходами (ЗШО) топливно-энергетической промышленности: легкие бетоны с применением стекольного боя и бетоны, модифицированные серой. Исследованы свойства бетонов, модифицированных серой: предел прочности на сжатие, плотность и теплопроводность. Исходя из полученных свойств, была проведена сравнительная характеристика полученных материалов с уже имеющимися строительными материалами: бетоны, модифицированные серой, и легкие бетоны; легкие бетоны с применением стекольного боя и керамзитобетон. Произведен теплофизический расчет многослойных наружных ограждений. В каждом из вариантов в качестве конструктивно-теплоизоляционного материала был выбран один из следующих материалов: легкие бетоны с применением стекольного боя и бетоны, модифицированные серой. Также для каждого варианта наружного ограждения подобраны необходимые теплоизоляционные и конструкционные материалы. В экономической части рассчитана стоимость сырьевых компонентов, необходимых для получения 1 м³ исследуемых материалов, а также рассчитана стоимость 1 м³ многослойных ограждающих конструкций, в состав которых входят исследуемые бетоны.

Ключевые слова: золошлаковые отходы; конструктивно-теплоизоляционные материалы; легкие бетоны

Введение

В XXI веке бетон остается основным конструкционным материалом, объемы производства которого в мире составляют более 3-х млрд. кубометров в год [1]. Основные объемы бетона производятся на основе портландцемента, производство в РФ которого на 2017 год составило 54,6 млн. т. В это же время ТЭС ежегодно вырабатывает порядка 1 млрд. золы, требующей утилизации [1]. По данным, приведенным в работе [1], в РФ утилизируется не более 10% производимой золы.

Передовые технологии и современное оборудование позволяют одновременно решить две эти проблемы: применять утилизированные отходы ТЭС при производстве бетонов.

Одним из наиболее известных вариантов такого использования ЗШО является производство легких бетонов с частичным замещением портландцемента. В портландцементном бетоне зола, как правило, повышает реологические свойства и увеличивает прочность. Большинство бетонов, содержащих ЗШО, имеют степень замещения цемента золошлаками от 30 до 70%. ЗШО – ценный компонент при использовании их в цементах, так как содержат от низкого до умеренного уровня кальция. Такие ЗШО являются пуццолановыми, что означает, что они реагируют с Ca²⁺ или Ca(OH)₂ и образуют новые связующие соединения в присутствии воды [2-4].

Процесс производства легких бетонов состоит из подготовки сырья, формования, грануляции и термической обработки при трёх температурах: 1100°C, 1150°C и 1200°C. Значения водопоглощения были определены с использованием двух методов: 24 часа замачивания в холодной воде и 5 часов кипения. Теплопроводность определена путем измерения количества осевой передачи тепла в стационарном состоянии. Полученное значение теплопроводности подходит для производства бетонных блоков с улучшенными теплоизоляционными свойствами [5-6].

Получение и исследование композиционных материалов на основе золошлаковых отходов, пропитанных в серном расплаве, является целью работы [7]. Исходные компоненты – цемент и наполнитель (песок и

ЗШО) смешивали в соотношении 1/3. После чего образцы формовали, через 28 дней осуществляли распалубку, сушили полученные образцы при температуре 100°C в течение 2 часов. Затем изделия помещали в пропиточную камеру в серный расплав на 1 час, извлекали их оттуда и охлаждали до температуры окружающей среды.

Выявлено, что полученный бетон имеет повышенные прочностные, физико-механические, водостойкие и теплоизоляционные свойства [8]. Также достоинствами таких материалов является низкая рыночная стоимость, экономия строительных материалов, улучшения в области экологической обстановки.

Замена некоторых компонентов золошлаковыми отходами при производстве бетона повышает теплоизоляционные свойства полученных материалов. А модифицирование таких материалов различными активаторами значительно улучшает прочностные и водостойкие свойства, что, в свою очередь, расширяет область применения полученных композитных материалов.

Методы и материалы

1. Сравнительная характеристика свойств материалов с частичным замещением ЗШО

1.1. Легкие бетоны

Переработка ЗШО в ценные составляющие для лёгких бетонов имеет большой потенциал для его использования в больших объемах и тем самым уменьшает использование цемента при изготовлении бетонов. Также необходимо оптимизировать микроструктурные и текстурные свойства лёгких бетонов, чтобы получить продукты с требуемыми характеристиками. Целью исследований [5] и [9] является установление влияния этапов обработки на формирование лёгких бетонов из летучей золы, как одного из основных компонентов сырья. Корреляции между физическими, термическими и механическими свойствами были выполнены на основе экспериментальных результатов.

Были рассмотрены материалы, полученные из смеси ЗШО, отработанного стекла в присутствии карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) в качестве полимерного материала. Определение частиц по размерам для золошлаковых отходов и для отработанного стекла (стеклобоя) производилось с помощью ситового анализа.

Результаты и обсуждения

Анализ тепловых свойств проводился на основе измерений с помощью нагревательного микроскопа и термогравиметрического анализа, результаты приведены в табл. 1 [5].

Таблица 1

Физико-механические свойства затвердевших лёгких бетонов

Table 1

Physical and mechanical properties of hardened lightweight concrete

Температура нагрева, °С	Водопоглощение после 24 ч замачивания, %	Водопоглощение после 5 ч замачивания в кипящей воде, %	Плотность, кг/м ³	Пористость, %	Теплопроводность, Вт/(м К)	Прочность на сжатие, ГПа
T=1100	59,9	68,8	984	47,2	0,00795	0,842
T=1150	42,7	49,8	1226	36,8	0,0872	1,075
T=1200	11,3	14,9	1991	48,3	0,079	1,056

Значения водопоглощения принимались после 24 часов замачивания в холодной воде и 5 часов в кипящей воде. Значения плотности определялись по стандарту SRPS EN 1097-6 [5].

Теплопроводность лёгких бетонов с ЗШО определялась путем измерения количества переносимого в осевом направлении тепла в стационарном состоянии через образец, хранящийся в контейнере цилиндрической формы. Дно контейнера выдерживалось при температуре кипящей воды. Верхняя сторона измерительного контейнера находилась в контакте с другим контейнером, заполненным известным количеством воды. Когда стационарное состояние было установлено, перед началом измерения была зарегистрирована температура воды. Через определенный промежуток времени измерение температуры воды повторяли. Зная разницу температур воды ($t_p - t_0$, $t_p - t_1$), температуру кипящей воды (t_p), время теплопередачи (τ), длину (L) и поперечное сечение (S) контейнера для образца, можно было рассчитать теплопроводность на основе уравнения:

$$\lambda = \frac{(m c_v + C_k) L}{S \tau} \ln \frac{t_p - t_0}{t_p - t_1}$$

где $m c_v$ – теплоемкость воды, расположенной на верхней части контейнера, а C_k – теплоемкость калориметрического устройства.

Первым этапом производства агрегатов было смешивание золошлаковых отходов и отработанного стекла с определенным количеством воды в присутствии КМЦ в качестве связующего. Материал был высушен при 105°C в течение 8 часов в лабораторной сушилке и выдержан в лабораторных условиях при температурах 1100, 1150 и 1200°C. КМЦ добавляют для ускорения образования пористой структуры. Значительный процент Na_2O в отработанном стекле и K_2O в ЗШО снижают температуру спекания во время производства лёгких бетонов. Результаты измерений теплопроводности показывают, что начало усадки происходит при 1034°C, в то время как температура интенсивной усадки составляет 1168°C. Результаты термогравиметрического анализа показывают существование значительной потери массы в пределах 1000–1170°C. Различия в значениях теплопроводности, таблица 1, присутствуют за счет влияния количества стеклообразной фазы, плотности частиц и пористости между частицами. Но влияние межчастичной пористости на величину теплопроводности ниже по сравнению с влиянием пористости самих частиц. Легкие бетоны, полученные при 1150°C, были выбраны для производства, основываясь на следующих показателях: наибольшее количество пор менее 1 мм, самое низкое значение межчастичной пористости, хорошие механические свойства и удовлетворительное значение теплопроводности ($\lambda=0,087$ Вт/м°C). Такие лёгкие бетоны с золошлаковыми отходами и отработанным стеклом могут обеспечить хорошие термические свойства конструкционных блоков.

Исходя из полученных свойств, можно сделать вывод, что легкие бетоны могут являться аналогом керамзитобетона. Исследуемый материал имеет прочность на сжатие немного ниже (10,75 МПа), чем керамзитобетон (12,5 МПа), оба материала имеют одинаковую плотность (1200 кг/м³). Но теплопроводность исследуемого материала значительно меньше (0,087 Вт/м°C), чем у керамзитобетона (0,52 Вт/м°C) (рис. 1).

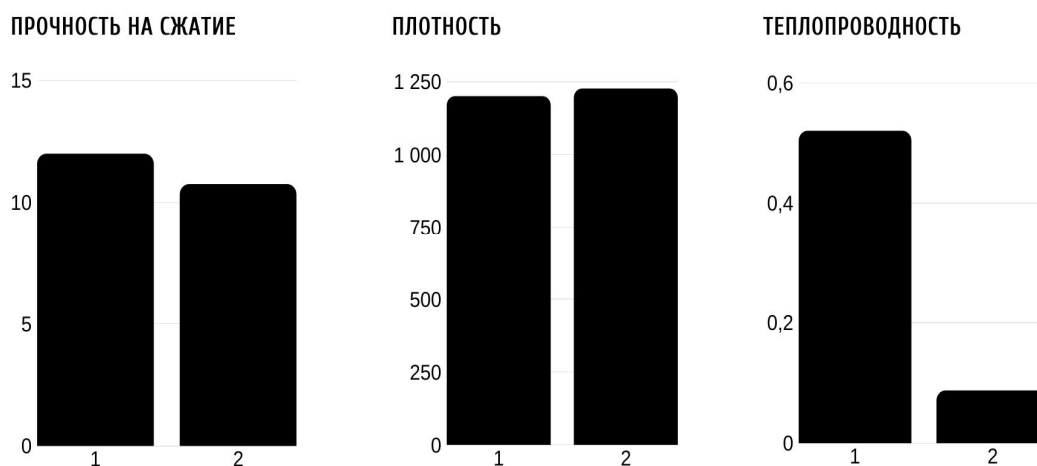


Рис. 1. Сравнительные характеристики керамзитобетона и исследуемого легкого бетона: 1 – керамзитобетон; 2 – легкие бетоны

Fig. 1. Comparative characteristics of claydite-concrete and studied lightweight concrete: 1 – claydite-concrete; 2 – lightweight concrete

1.2. Бетоны, модифицированные серой

Бетон, модифицированный золошлаковыми отходами, имеет высокопористую структуру и поэтому материал получается более легким и менее плотным, что снижает прочностные характеристики и увеличивает водопоглощение. Этот недостаток можно исправить с помощью пропитки изделий в серных расплавах. При пропитке серным расплавом, полимерная гидрофобная сера, заполняя поры цементного камня, гарантирует высокие прочностные и физико-механические свойства [8]. Свойства пропитки композиционных материалов определяются во многом вязкостью серного расплава. Низковязкие серные пропиточные составы способны обеспечить проникновение серы в объем материала и формирование упрочняющих и водостойких покрытий. В этом плане интересно использование электрофильных добавок, таких как хлориды элементов, имеющих вакантные d-орбитали и способные при определенных условиях (нагревании) приводить к разрыву серных связей в молекуле и образовывать короткие серные радикалы, обеспечивающие расплаву низкую

вязкость. Это, в свою очередь, позволяет расплаву глубже проникнуть в поры и заполнить материал по всему объему. Одним из таких модификаторов является тетрахлорид титана ($TiCl_4$). Исследования показали, что серный расплав в присутствии $TiCl_4$, способствует понижению вязкости серного расплава в температурном интервале от 120 до 160°C [8]. Прочность образцов после модифицирования в серном расплаве существенно повысилась. Так, образцы бетона, наполненного песком, имеет прочность при сжатии 22 МПа, то есть после пропитки прочность повысилась в 6,5 раз. Образцы цемента: ЗШО после пропитки также стали более прочными (прочность на сжатие повысилась почти в 8 раз). Модифицированные в серном расплаве образцы стали более плотными и водостойкими. Плотность бетона с пропиткой серы составляет 2200 кг/м³. Введение в состав цементного бетона золошлаковых отходов позволяет улучшить теплоизоляционные свойства бетона. Теплопроводность уменьшается с 0,311 до 0,24 Вт/м°C, что объясняется формированием пористой структуры. После модифицирования в серном расплаве теплопроводность образцов несколько понизилась. Даже для исходных цементных образцов теплопроводность составила 0,18 Вт/м°C [7].

Таким образом, пропитка в серном расплаве позволяет существенно улучшить прочностные и эксплуатационные свойства как цементных бетонов, так и бетонов, содержащих золошлаковые отходы. Такие материалы можно было бы применять как в сухих помещениях, например, как теплоизоляционная прослойка в межкомнатных перегородках, так и в качестве теплоизоляции в наружных стенах.

Учитывая прочностные и теплофизические характеристики материала, можно сказать, что бетоны, модифицированные серой, могут использоваться в качестве аналога кирпичной кладки из сплошного обыкновенного силикатного кирпича. Прочность на сжатие бетонов чуть больше прочности на сжатие кирпичной кладки (22 МПа). Плотность бетонов (2200 кг/м³) также чуть больше плотности кирпича (1800 кг/м³). Бетоны, модифицированные серой, обладают теплопроводностью (0,18 Вт/м°C), которая практически в 5 раз ниже теплопроводности кирпичной кладки из сплошного обыкновенного силикатного кирпича (0,87 Вт/м°C) (рис. 2).

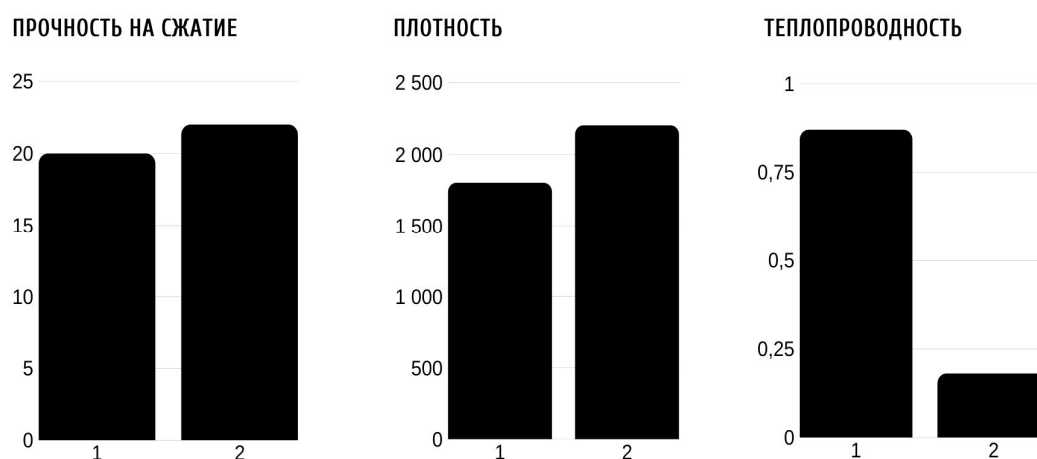


Рис. 2. Сравнительные характеристики силикатного кирпича и исследуемого бетона:

1 – силикатный кирпич, 2 – бетон, модифицированный серой

Fig. 2. Comparative characteristics of silicate bricks and studied concrete:

1 – silicate brick, 2 – concrete modified with sulfur

Исходя из данного пункта, можно сделать вывод о том, что материалы, полученные с применением золошлаковых отходов, могут являться аналогами уже известных конструктивных стеновых материалов, не уступая им по своим прочностным и теплофизическим характеристикам.

2. Теплофизический расчет многослойных ограждающих конструкций

Расчет производился по методике [11]. Рассматриваются 2 варианта многослойной ограждающей конструкции. В каждом из вариантов в качестве конструктивно-теплоизоляционного материала выбран один из следующих материалов: легкие бетоны и бетоны, модифицированные серой. Также для каждого варианта подобраны необходимые теплоизоляционные и конструкционные материалы.

2.1. Теплофизический расчет легких бетонов

Рассмотрим первый материал – легкие бетоны из смеси ЗШО, стеклобоя и КМЦ в качестве полимерного материала. Как известно из п. 1, данный материал может являться аналогом керамзитобетона по своим прочностным и теплофизическим характеристикам. Исходя из этого, можно подобрать тип и материалы

ограждающей конструкции: 1 слой – цементно-песчаный раствор, 2 слой – легкие бетоны или керамзитобетон, 3 слой – пенополиуретан, 4 слой – легкие бетоны или керамзитобетон.

Из теплофизического расчета с использованием легких бетонов следует, что при толщине слоя легких бетонов 0,12 м толщина теплоизоляции (пенополиуретана) будет составлять 0,1 м, и при этом термическое сопротивление наружной ограждающей конструкции будет удовлетворять требуемому сопротивлению теплопередаче ограждающей конструкции:

$$\begin{aligned}R_{\text{общ}} &= 4,9332 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \\ R_{\text{общ}} \cdot \gamma &= 4,1932 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \\ 4,1932 &> 3,2782, R_{\text{общ}} \cdot \gamma > R_{\text{тр}}\end{aligned}$$

Исходя из теплофизического расчета с использованием керамзитобетона, можно сделать вывод, что использование легких бетонов из смеси золошлаковых отходов, стеклобоя и КМЦ позволяет уменьшить толщину слоя теплоизоляции (пенополиуретана) на 0,1 м, удовлетворяя при этом требуемому сопротивлению теплопередаче наружной ограждающей многослойной конструкции.

2.2. Теплофизический расчет бетонов, модифицированных серой

Учитывая прочностные и теплофизические характеристики бетонов, модифицированных серой, они могут использоваться в качестве аналога сплошного обыкновенного силикатного кирпича. Тип и материалы ограждающей конструкции: 1 слой – цементно-песчаный раствор, 2 слой – бетоны, модифицированные серой, или кирпичная кладка из сплошного силикатного кирпича, 3 слой – минераловата, 4 слой – кирпичная кладка из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-шлаковом растворе.

Из расчетов следует, что при толщине слоя бетонов, модифицированных серой, равной 0,38 м толщина теплоизоляции будет составлять 0,1 м, удовлетворяя при этом требуемому сопротивлению теплопередаче ограждающей конструкции:

$$\begin{aligned}R_{\text{общ}} &= 4,7109 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \\ R_{\text{общ}} \cdot \gamma &= 4,0043 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \\ 4,0043 &> 3,2782 \\ R_{\text{общ}} \cdot \gamma &> R_{\text{тр}}\end{aligned}$$

При такой же толщине слоя кирпичной кладки из силикатного кирпича толщина теплоизоляции будет равна 0,15 м. Можно сделать вывод о том, что использование исследуемого материала в качестве конструктивного позволяет уменьшить толщину слоя теплоизоляции (минераловаты) на 0,05 м, удовлетворяя при этом требуемому сопротивлению теплопередаче наружной ограждающей многослойной конструкции для г. Казань.

Из вышесказанного следует, что целесообразнее использовать материалы с использованием золошлаковых отходов, они позволяют сократить толщину слоя теплоизоляции в 1,5-2 раза и толщину ограждающей конструкции в целом в 1,1-1,3 раза. За счёт невысокого коэффициента теплопроводности, данные бетоны могут служить конструктивно-теплоизоляционными материалами.

Выводы

Учитывая усиливающееся стремление мировой общественности к ресурсо- и энергосбережению и постоянно увеличивающиеся накопления промышленных отходов, можно говорить о возрастании роли золошлаковых отходов, а также отходов стекольной промышленности в качестве частичного замещения компонентов при изготовлении высокопрочных бетонов.

Исходя из необходимых эксплуатационных характеристик, при выборе материалов с частичным замещением ЗШО следует учитывать плотность, прочность на сжатие и теплопроводность. Из рассмотренных материалов, большую плотность имеют бетоны, модифицированные серой (2200 кг/м³), меньшую – легкие бетоны (1200 кг/м³). Также легкие бетоны обладают меньшей прочностью на сжатие (10,75 МПа), наибольшую – бетоны, модифицированные серой (22 МПа). Теплопроводность исследуемых бетонов, модифицированных серой, и легких бетонов весьма низкая, составляет 0,18 и 0,087 Вт/м²°C соответственно. Учитывая возможность замены уже известных стеновых материалов на материалы с ЗШО в многослойных ограждающих конструкциях в качестве конструктивного материала, возможно сокращение толщины слоя теплоизоляции в 1,5-2 раза, а также снижение толщины самой наружной конструкции в целом в 1,1-1,3 раза, что является экономически выгодно.

Выбор наиболее подходящего варианта для необходимой области применения возможен благодаря разнообразию материалов, которые не только дешевле, но и лучше уже существующих аналогов по своим эксплуатационным характеристикам. Кроме того, использование данных материалов решает проблему с утилизацией золошлаковых отходов ТЭЦ и стекольного производства.

Литература

1. Урханова Л.А., Дмитриев И.А. Шлакощелочные вяжущие – возможность применения в Прибайкалье // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2012. № 1 (2). С. 75 – 78.
2. Juenger M., Provis J.L., Elsen J., Matthes W. at al. Supplementary Cementitious Materials for Concrete: Characterization Needs // MRS Online Proceeding Library Archive. 2012. № 1488. 15 p.
3. Золошлаковые отходы. Часть 2: Экономическая выгода переработки [Электронный ресурс]. URL: <http://ect-center.com/blog/zoloshlakovie-othody-2> (дата обращения: 01.12.2018)
4. Строительные материалы из золошлаковых отходов. Рациональное использование техногенных ресурсов [Электронный ресурс]. <http://ect-center.com/blog/stroymaty-iz-othodov> (дата обращения: 01.12.2018)
5. Lazar D., Ranogajec J., Rudić O.L., Hiršenberger H. Thermal conductivity of lightweight aggregate based on coal fly ash // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2012. № 110. P. 489 – 495.
6. Keun-Hyeok Yang, Kyung-Ho Lee Tests on Alkali-Activated Slag Foamed Concrete with Various Water-Binder Ratios and Substitution Levels of Fly Ash // Journal of Building Construction and Planning Research. 2013. № 1. P. 8 – 14.
7. Медведева Г.А., Ахметова Р.Т., Строганов В.Ф., Сафин И.Ш. и др. Композиционные материалы строительного назначения на основе золошлаковых отходов ТЭЦ, модифицированные серой // Вестник казанского технологического университета. 2011. № 17. С. 70 – 74.
8. Медведева Г.А., Секарина О.С. Современные стеновые теплоизоляционные материалы совместно с материалами из отходов теплоэнергетики // Интернет-журнал «Науковедение». 2017. Т. 9. № 5. 11 с.
9. Marita L Berndt. Properties of sustainable concrete containing fly ash, slag and recycled concrete aggregate // Construction and Building Materials. 2009. № 23. P. 2606 – 2613.
10. Dongsheng Shi1, Qiang Liu1, Xinxin Xue1 Study on the durability of concrete using granulated blast furnace slag as fine aggregate // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. № 322. 6 p.
11. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с изменением № 1) (дата введения: 2013-07-01) М.: Минрегион России, 2012. 139 с.

References

1. Urhanova L.A., Dmitriev I.A. Shlakoshhelochnye vjazhushhie – vozmozhnost' primeneniya v Pribajkal'e. Izvestija vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'. 2012. 1 (2). P. 75 – 78. (rus.)
2. Juenger M., Provis J.L., Elsen J., Matthes Shh. Supplementary Cementitious Materials for Concrete: Characterization Needs. MRS Online Proceeding Library Archive. 2012. 1488. 15 p.
3. Zoloshlakovyje othody. Chast' 2: Jekonomicheskaja vygoda pererabotki [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://ect-center.com/blog/zoloshlakovie-othody-2> (data obrashhenija: 01.12.2018) (rus.)
4. Stroitel'nye materialy iz zoloshlakovyh othodov. Racional'noe ispol'zovanie tehnogennyh resursov [Jelektronnyj resurs]. <http://ect-center.com/blog/stroymaty-iz-othodov> (data obrashhenija: 01.12.2018) (rus.)
5. Lazar D., Ranogajec J., Rudić O.L., Hiršenberger H. Thermal conductivity of lightshheight aggregate based on coal fly ash. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2012. 110. P. 489 – 495.
6. Keun-Hyeok Jang, Kjung-Ho Lee Tests on Alkali-Activated Slag Foamed Concrete shhith Various Shha-ter-Binder Ratios and Substitution Levels of Fly Ash. Journal of Building Construction and Planning Re-search. 2013. 1. P. 8 – 14.
7. Medvedeva G.A., Ahmetova R.T., Stroganov V.F., Safin I.Sh. Kompozicionnye materialy stroitel'nogo naznachenija na osnove zoloshlakovyh othodov TJeC, modifitsirovannye seroj. Vestnik kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. 2011. 7. P. 70 – 74. (rus.)
8. Medvedeva G.A., Sekarina O.S. Sovremennye stenovyje teploizoljacionnye materialy sovместno s materialami iz othodov teploenergetiki. Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2017. 9 (5). 11 p. (rus.)
9. Marita L Berndt. Properties of sustainable concrete containing fly ash, slag and recycled concrete ag-gregate. Construction and Building Materials. 2009. 23. P. 2606 – 2613.
10. Dongsheng Shi1, Jaiang Liu1, Hinhin Hue1 Study on the durability of concrete using granulated blast furnace slag as fine aggregate. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. 322. 6 p.
11. SP 50.13330.2012 Teplovaja zashhita zdaniy. Aktualizirovannaja redakcija SNiP 23-02-2003 (s izmenenijem 1) (data vvedeniya: 2013-07-01) M.: Minregion Rossii, 2012. 139 p. (rus.)

Medvedeva G.A. *, *Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), Associate Professor,*
Lifant'yeva A.F.,
Kazan State University of Architecture and Engineering, Russia
*Corresponding author E-mail: medvedevaga79@mail.ru

THE RESEARCH OF MULTILAYER OUTER FENCING INCLUDING MATERIALS USING ASH AND SLAG WASTE OF THERMAL POWER PLANTS

Abstract: the most important direction of resource saving in construction is the widespread use of secondary material resources, which are waste products. The use of secondary products of industry as raw materials for the production of various building materials is very important, because it provides production with rich sources of cheap and, often, already prepared raw materials; lead to lower costs for the production of some building materials, and therefore saves capital investments intended for the construction of buildings and structures; release large areas of land and reduce the impact on the environment. The article deals with heat-insulating and structural-heat-insulating materials, with partial replacement of components by ash-slag waste (ASW): lightweight concretes with broken glass and concretes modified with sulfur. Properties of concretes modified with sulfur are investigated: compressive strength, density and thermal conductivity. In accordance with the obtained properties, a comparative characteristics of the received materials with existing building materials was carried out: sulfur modified concrete and lightweight concrete; lightweight concrete using broken glass and claydite-concrete. Thermophysical calculation of multilayer hencing is made. In each of the options, one of the following materials was selected as a structural and heat-insulating material: lightweight concrete using broken glass and sulfur modified concrete. Also, for each type of hencing, the necessary heat-insulating and structural materials were selected. In the economic part, the cost of the raw materials necessary to obtain 1 m³ of the investigated materials and the cost of 1 m³ of multilayer hencing, which includes the investigated concrete, are calculated.

Keywords: ash and slag wastes; structural and heat-insulating materials; lightweight concretes

Для цитирования: Медведева Г.А., Лифантьева А.Ф. Исследование многослойного наружного ограждения, включающего в себя материалы с использованием золошлаковых отходов тэц // Строительные материалы и изделия. 2020. Том 3. № 2. С. 29 – 35. DOI: 10.34031/2618-7183-2020-3-2-29-35

For citation: Medvedeva G.A., Lifant'yeva A.F. The research of multilayer outer fencing including materials using ash and slag waste of thermal power plants. Construction Materials and Products. 2020. 3 (2). P. 29 – 35. DOI: 10.34031/2618-7183-2020-3-2-29-35

*Поступила в редакцию 19 января 2020 г.
Принята в доработанном виде 27 февраля 2020 г.
Одобрена для публикации 21 апреля 2020 г.*

*Received: January 19, 2020.
Revised: February 27, 2020.
Accepted: April 21, 2020*